ISTORIA DEL GALVANISMO IN ITALIA, O SIA DELLA CONTESA FRA VOLTA E...

Giovacchino Carradori

AL

NOBILE SIGNORE

CONTE DOMENICO PAOLI

DI PESARO

DELLA FISICA, DELLA CHIMICA

E

DELL' ISTORIA NATURALE

PROMOTORE ZELANTISSIMO

IL DOTTORE

GIOVACCHINO CARRADORI

DI PRATO

IN SEGNO DI AMICIZIA E DI STIMA

D. D. D.

ISTORIA
DEL GALVANISMO (*)

Fert animus causas tantarum expromere rerum,
Immensamque aperitur opus . . . . *Luc. Phars.*

Da che la Fisica si elevò al grado di Scienza, contrasse l' impegno di spiegare tutti i fenomeni della natura: e per ispiegare un fenomeno, o sia rendere ragione di un' effetto naturale, non intese altro, che di dovergli assegnare una causa, che fosse vera e sufficiente a produrlo. Varie sono le *cause*, o sia i grandi *Agenti*, o le *Forze* di cui si serve la Natura per muovere e reggere la macchina dell'Universo; onde per assegnare la causa ad uno, o più effetti naturali di una data specie, il Fisico non ha altro impegno, che di determinare a quale

(*) Questa Dissertazione fu scritta parecchi anni sono, e per alcune circostanze rimase inedita; l'Autore si dette tutto l' impegno d' esporre in essa la più precisa ed esatta istoria di questa memorabile questione, e siccome questa è la tela, dirò così, ordita dal filo che condusse il Volta per una serie di esperienze, e di ragionamenti alla scoperta della Pila, per questo pare, che non sia indegna di essere pubblicata.

di questi *Agenti* sono referibili quei dati effetti, dopo avere esaminato prima se le leggi primitive di questi agenti sono applicabili a quegli. I più grandi agenti, che esistano in natura, o sia i *motori* dell'Universo, o le *cause* di quasi tutti gli effetti naturali, sono la *gravità*, o sia l'*attrazione*, il *calorico*, l'*elettricismo*, il *magnetismo* ec; e quando il Fisico vuol rendere ragione di qualche effetto, che abbia origine da una forza generale, non ha che a ricorrere a qualcheduno di questi gran principj.

Il sorprendente fenomeno dei diversi sapori rimarcati da Sulzer, e delle contrazioni muscolari ritrovate da Galvani, con l'accozzamento dei metalli, richiamò, parecchi anni sono, l'attenzione dei Fisici, e gl'invitò ad applicarsi ben tosto a determinare a quale degli *Agenti* o *Forze generali*, doveano questi effetti referirsi.

Ma Galvani, che fece la grande scoperta dell eccitamento ad arbitrio delle contrazioni muscolari nelle Rane per mezzo dei metalli, specialmente quando vengono applicati uno al nervo, e l'altro al muscolo, e son fatti comunicare fra loro con un'arco conduttore, si determinò, indotto dall'analogia, a riguardare tali fenomeni per effetti di *elettricismo;* e siccome non gli parve, che fossero referibili all'*elettricismo universale*, pensò, che avessero origine da una *elettricità propria degli ani-*

mali, o sia da un *fluido animale* analogo al fluido elettrico, o elettricismo universale, e fondò una nuova parte di Fisica basata sopra una serie di seducenti esperimenti, che risvegliò l'ammirazione di tutti i savj, e gli impegnò ad uno studio particolare, presentando un vastissimo campo alle ricerche loro sperimentali,

Questa nuova parte di Fisica, che riconosceva, al parer di Galvani, per principio di azione *un fluido animale* simile all'*elettrico*, fu da esso chiamata *elettricità animale*; ma poi, per eternare la memoria del suo scopritore Galvani, *Galvanismo* la denominarono i Fisici di tutte le Nazioni.

Da prima tutti, o quasi tutti i Fisici abbracciarono la dottrina di Galvani. Tutti militarono, dirò così, sotto lo stendardo di Galvani, ed adottarono e sostennero con ragioni, ed esperienze, l'*elettricità animale*. Galvani era persuaso, che la sua scoperta dimostrasse l'esistenza di una elettricità propria degli animali; e credè di avere in essa trovato la ragione, o spiegazione fisica dei moti animali: ma stabilì un'ipotesi per ispiegare i fenomeni che egli aveva osservato.

Disse, che i moti degli animali, che egli otteneva con i suoi originali esperimenti, dipendevano da una elettricità, che ha la sede nel sistema animale: questa non era porzione dell' elettricismo comune, o fluido elettrico universale, ma un fluido

elettrico sottoposto alle forze dell economia animale, e che di lì ne riceveva delle modificazioni; in somma un *fluido elettrico particolare* da dovere esser distinto col nome di *elettricità animale*.

Pensò, che tutti gli animali godessero di una elettricità propria, come un prodotto dell'economia animale, e che questo fosse il più sottile, e il più energico dei fluidi animali. Il cervello era l'*organo secretore* di questo fluido: di lì, come per tanti condotti, per mezzo dei nervi si spandeva per tutta la macchina animale, ed era versato nell' interna superficie della fibra muscolare. Volle Galvani, che in ciascuna fibra muscolare si contemplassero due superficie; una *interna*, e l'altra *esterna*, e che l'elettricità animale versata dai nervi, che ivi si impiantano, si adunasse, e si conservasse nella detta interna superficie, per impiegarsi al bisogno. In conseguenza i muscoli tutti doveano considerarsi con due facce, l'una *interna* contenente un'*elettricità condensata*, o sia con *eccesso di elettricità*, e l'altra in conseguenza con *difetto d'elettricità*, cioè la faccia *esterna*; o sia, una *elettrizzata positivamente*, e l'altra *negativamente*.

Sono dunque, disse, i muscoli paragonabili a tante *bottiglie di Leida*, o *quadri Francliniani*; e i moti muscolari non sono, che effetti dell'elettricità animale, che tende ad equilibrarsi. Il fluido elettrico nella bottiglia di Leida passa dall'in-

tima, o positiva superficie, all'esterna, o negativa; e da questo movimento nasce la scarica, o l'esplosione, che dà origine alla scossa elettrica: così negli animali la corrente dell'elettricità, che passa da nervo a muscolo, produce i movimenti animali, o sia le contrazioni dei muscoli; cioè l'elettricità animale condensata nella faccia interna del muscolo passa nella faccia esterna, ove è il difetto, per rimettersi in equilibrio, e cagiona le contrazioni dei muscoli, appresso a poco come la scarica della bottiglia elettrica dà la scossa.

L'analogia dei muscoli con la bottiglia di Leida, e la facile spiegazione dei movimenti muscolari, chiaramente rappresentata da Galvani con questa immagine, condusse i Fisici ad accedere alle sue Teorie; di modo che quasi tutti in principio crederono alle due elettricità contrarie nelle facce opposte dei muscoli, e ravvisarono tutti, o in un modo, o in un'altro, i fenomeni della bottiglia elettrica nelle contrazioni muscolari, e confessarono esservi una vera *elettricità animale*, o sia *organica*.

Di fatti erano seducenti gli esperimenti, coi quali Galvani le aveva prese a dimostrare. Il vedere, che con l'indurre la comunicazione per mezzo di un metallo fra nervo, e muscolo scoperti di una Rana d'allora preparata, le si risvegliavano le convulsioni, e che erano assai più forti, e più facili a risvegliarsi, quando si applicavano al nervo, e al

muscolo due metalli differenti, e poi mediante un conduttore si induceva la comunicazione fra loro, portò subito in tutti l'idea di uno sbilancio, o disequilibrio di elettricità nel nervo e muscolo, e che il metallo, il quale riunendogli risvegliava le convulsioni, ne producesse la *scarica*, facendo l'ufizio di *arco conduttore*, o *scaricatore*; ed i metalli che applicati al nervo, e al muscolo accrescevano l'effetto, facessero le funzioni di *armature*, onde fu agevol cosa, che tutti si arruolassero sotto l'insegne di Galvani, cioè che si sottoscrivessero all'*elettricità animale*.

Anche il signor Volta, quel grand'uomo in mano di cui la scoperta di Galvani ne produsse un'altra maggiore, che ha portata la rovina al sistema dell'istesso Galvani, fu di principio uno dei partitanti dell'*elettricità animale*. Egli fu dei primi a militare sotto lo *stendardo del Galvanismo*; e le sue armi, che sono state fatali all'elettricità animale, erano allora portate in sua difesa, e tutte impegnate a farla trionfare.

Il celebre Volta credè, come gli altri, che le convulsioni delle Rane, e degli altri animali, nascessero per uno sbilancio, o diversità di elettricismo fra muscolo e nervo, che si ricomponeva mediante la comunicazione indotta fra loro dall'arco conduttore, in somma per un'operazione simile a quella della scarica della bottiglia di Leida: ma a

differenza di Galvani pensò, fondato sopra alcuni suoi esperimenti, che l'elettricismo non fosse condensato nei nervi, o nella parte interna dei muscoli, ma vi fosse un'*elettricità per difetto*, o sia *negativa*, e che l'*elettricità per eccesso*, o sia *positiva*, restasse dalla parte esterna dei muscoli, ove il Galvani la suppose per *difetto*, e per *eccesso* nella parte interna di essi; sicchè il fluido elettrico animale, per andare ad equilibrarsi, non si portasse dal di dentro al di fuori dei muscoli, come opinò Galvani, o sia da *nervo* a *muscolo*, ma dal di fuori al di dentro, o sia da *muscolo a nervo*, e che in fine succedessero le contrazioni dei muscoli per una operazione inversa da quella esposta da Galvani: e questa opinione del Volta non dispiacque al medesimo Galvani.

Ma il penetrante genio di Volta non seppe ristringersi ai limiti dell' *Esperienze di Galvani*. Il desiderio d' internarsi sempre più nel Galvanismo, che egli aveva abbracciato, gli fece variare esperimenti, gliene fece immaginare dei nuovi, e lo condusse passo passo per una serie, o catena di ben ragionate ricerche a svelare il *mistero* e a spiegare il *prodigio* delle *Galvaniche Operazioni*.

Già Volta si era accorto, che le Rane preparate all' usanza di Galvani, cioè con le gambe attaccate per i soli nervi crurali, diligentemente scoperti, ed isolati, alla spina dorsale, erano veri *elettrometri*,

o *elettroscopj*, incomparabilmente più sensibili di ogni altro delicatissimo elettrometro; poichè era giunto a dimostrare, che sentivano, esternandola con le convulsioni le più gagliarde, una dose di elettricità sì piccola, che calcolata non era capace di movere neppure di un grado il più delicato degli elettrometri. Poi egli aveva conosciuto, che l'*elettricità animale* produceva il suo effetto su i nervi per un'azione di stimolo, o sia risvegliava la forza nervosa per cui si metteva in gioco l'irritabilità dei muscoli soggetti a quei dati nervi, e da questa ne nascevano le convulsioni; e non già per un trasporto, o scarica dell'elettricità su i muscoli, e da un' azione immediata di essa su i medesimi: onde per quanto plausibile, e seducente fosse la spiegazione dei moti muscolari sull'esempio della *scarica della bottiglia di Leida* data da Galvani, non si potea adottare in tutta la sua estensione. Di più avendo verificato quel che Sulzer rimarcò il primo, che con due metalli dissimili, o *armature*, applicati con una certa simetria alla lingua, si ottenevano due sapori differenti, *acido*, e *alcalino*, aveva scoperto, che ella era una sensazione prodotta dal *trasflusso*, o *smovimento* del fluido elettrico occasionato dall' armature dissimili, che invece delle contrazioni, produceva delle sensazioni differenti, secondo la diversità della sua direzione, di ingresso, cioè, o di egresso dalla lingua; e ciò

confermava, che non i muscoli, ma i nervi, erano immediatamente affetti, o stimolati dall' elettricità risvegliata con le Galvaniche operazioni. In ultimo aveva ritrovato, che si potea risvegliare ancora la sensazione della luce coi mezzi istessi, coi quali si eccitavano le sensazioni dei sapori, cioè mediante le armature dissimili applicate all'occhio con un dato artifizio, e in conseguenza, che l' elettricità nello scorrere da parte a parte col suo stimolo sulla *retina*, e sul *nervo ottico*, era quella pure, che eccitava la sensazione della luce (*a*).

Quindi pervenne a tirar la conclusione, che erano meramente *passive le parti animali*, sopra le quali si era sperimentato, ed *attivi i metalli*; cioè, che l' elettricità smossa, e fatta scorrere da un lato ad un'altro da metalli differenti, o *armature dissimili*, tutte le volte, che si accozzano insieme, o si fanno comunicar fra loro, era la cagione, dei divisati fenomeni.

Ma siccome non era arrivato ancora a intendere, come si ottenessero le convulsioni, o sia contrazioni

(*a*) Pareva, che con un artifizio simile, cioè delle dissimili armature applicate agli organi olfattorj, si dovesse risvegliare anco la sensazione degli odori; Volta ci si adoprò, varj altri, ed io ancora. (Vedi lettere sull'Elettricità animale al Sig. Dirett. Fontana;) ma l'effetto non si ottenne, e non so che sia stato ottenuto, e non si è ritrovata la ragione.

muscolari, quando coll' estremità di un istesso metallò, o sia i capi di un arco *conduttore*, senz' altro, si toccava il muscolo, e il nervo di una Rana, nudato, ed isolato, alla *maniera di Galvani*, egli non seppe abbandonare intieramente la dottrina di Galvani dell' *Elettricità animale*, credendola sempre ferma e stabile, perchè dimostrata dall' antecedente esperimento, e si attenne, ma per poco, ad una opinioue di mezzo, che gli sembrava conciliare le sue esperienze con quelle di Galvani.

Volta dunque opinò allora, che fosse molto limitata ne' suoi effetti l' *elettricità animale*, e che la spiegazione di Galvani fondata sull' analogia della *bottiglia di Leida* era applicabile solo a quei casi, nei quali si eccitavano le convulsioni toccando muscolo e nervo di una *Rana preparata* con lo stesso metallo. Allora, siccome non vi era ragione, che l' elettricità venisse dall' *armature* supposte affatto simili, non vi era da dubitare, che provenisse dalle *parti organiche*, portata fuori in virtù del solito *sbilancio*, o *disequilibrio* fra muscolo e nervo. In queste circostanze soltanto i *fenomeni muscolari* erano effetti di un' *intrinseca*, e *spontanea elettricità*, o sia *elettricità animale*.

Ma quando si eccitavano le contrazioni muscolari per mezzo di metalli differenti, o con l'artifizio di *armature dissimili*, e non si potevano ottenere quando le armature eran simili, allora conveniva

dire, che tali moti fossero effetti di una elettricità *estrinseca*, o *artificiale*, cioè non mossa da una *forza organica*, o *disequilibrio* fra muscoli e nervi, ma da un' *azione propria dei metalli*, in somma da un' *azione tutta nuova*, e appartenente alle leggi dell' *elettricità universale*.

Per altro rilasciò ben presto questa opinione, ed abbandonò così totalmente la *teoria di Galvani*. Siccome vedeva, che all' elettricità artificiale, o procurata con l'applicazione, e combaciamento delle armature dissimili, doveansi le contrazioni muscolari degli animali nella maggior parte dei casi dei moltiplici suoi esperimenti, cominciò subito a sospettare, che anche in quei casi, nei quali si credevano cagionate da una vera, e propria elettricità animale, perchè eccitate senza l' intervento di metalli diversi, ma con un sol metallo, o arco conduttore, non vi concorresse la supposta elettricità; ma che potessero procedere similmente dall' *elettricità artificiale*. In somma gli parve, e poi lo dimostrò esuberantemente, che per ispiegare tutti i fenomeni del Galvanismo bastasse quest' unico principio, cioè dell' elettricità smossa dall' incontro, e combaciamento di metalli, o conduttori dissimili; e pensò, che quando sì fatti fenomeni avevano luogo senza la diversità dei conduttori, cioè per mezzo di un sol metallo, o due pezzi di metallo simili, ciò non fosse, che in apparenza, ma che in realtà, bene esaminata la cosa, vi

fosse in qualche modo una diversità nei medesimi.

Ecco giunto il Volta a gettare la base della scoperta della sua *Pila*. Egli fin d'allora stabilì con dell' esperienze dirette, e solide, che i *metalli*, e gli altri *conduttori* non sono semplici *deferenti*, ma veri *motori*, o *eccitatori* di elettricità, e che tutti i giuochi del Galvanismo non erano effetti di un *fluido elettrico proprio* dell' animale, concitato, e regolato da delle leggi proprie dell'organizzazione, o forza vitale, ma dell'*elettricismo universale* messo in circolo, e determinato a passare da parte a parte in virtù di un *spinta*, o *mossa*, che riceve dall'*azione eccitante* dei metalli nelle parti, dove sono applicati.

Dunque non esiste nessuna *elettricità animale*, e se di essa si vuol conservare il nome, si intenderà per questa una prodigiosa facoltà dei nervi, specialmente di alcuni animali, di sentire lo stimolo del fluido elettrico, smosso, e messo in corrente da cause esterne; che vuol dire una disposizione passiva riguardo ad una *elettricità estranea*, e *artificiale*, della quale cioè gli animali ne risentono, come *squisitissimi elettrometri*.

Queste proposizioni, che rovesciavano affatto il sistema di Galvani, pronunciate dal Volta con tuono di verità, e sostenute con fermezza, allarmarono immantinente Galvani, e il numeroso stuolo de' suoi seguaci. Nè mancò il Professore Aldini, animato da

spirito di gloria, e di patriottismo di coalizzarsi col suo zio Galvani in difesa dell' *elettricità animale*. Prese ben tosto le armi, e le seppe adoprare con tanta bravura, ed ingegno, che se non giunse a riportar vittoria sopra il suo grande avversario Volta, ha potuto per altro sostenere per quasi tutto il mondo letterario la reputazione, e l' onore del *Galvanismo*, ed ha in fine, dopo aver dilatato i confini della gloria del suo zio, coronate le sue fatiche con una dignitosa pace.

Di quì nacquero le contese letterarie fra *Galvani* unito ad *Aldini*, e *Volta*: questa è l' origine della *questione del Galvanismo*, che ha fatto tanto strepito nel Mondo, e fa tanto onore all' Italia. Tutti i Fisici allora si divisero in due partiti: alcuni si dichiararono per le nuove teorie del Volta; molti seguitarono quelle di Galvani, e si impegnarono in delle scientifiche contese nel vasto campo della Fisica sperimentale, riuniti sotto gli *stendardi* dei due *Italiani Campioni*, *Galvani* insieme con *Aldini*, e *Volta*.

Concurrunt Itali . . . . . .
. . . . . . Stupet ipse Latinus
Ingentes genitos diversis partibus orbis
Inter se coisse viros, et cernere . . . .
Virgil. Aeneid.

Molte furono ed ingegnose le esperienze, che Galvani, e Aldini subito opposero a quelle di Volta.

Fecero vedere, che le contrazioni muscolari si ottenevano anco per mezzo di semplici toccamenti di muscolo, e nervo, senza intervento di metalli, oppure con un sol metallo. Adoprarono pur anche dell' *armature*, e degli *archi isolati*, acciò non si avesse a dire, che l' elettricità derivando dall' intorno si trasfondesse per i conduttori nelle parti preparate degli animali. Fu pensato ancora d' immergere degli animali, v. gr., delle Rane preparate, nell' olio (*a*), ed ivi parimente si ottennero col solito artifizio le convulsioni. E chi non vede, che questi fatti sono argomenti in favore dell'*elettricità animale?* Resta, dissero, confermato adunque, che le contrazioni muscolari sono effetti di un circolo fra nervo, e muscolo, di un fluido elettrico proprio dell' animale, il qual circolo si stabilisce tutte le volte, che si apre la comunicazione fra nervo, e muscolo, e questa si apre in special modo, quando per mezzo di un Conduttore si fanno comunicar fra loro. Sicchè i metalli non hanno altro effetto, che di agevolar la strada al circolo del fluido elettrico, o sia servir di miglior canale fra nervo e muscolo all' *elettricità animale*, che va ad equilibrarsi.

(*a*) Io aveva già istituito simili esperimenti delle rane sott' olio, come fluido coibente, per vedere se l' elettricità proveniva dall' esterno. (Le mie Lettere sull' Elettricità Animale.)

Del resto i metalli non influiscono con nessuna loro particolar proprietà. Dall' altro canto, come si può egli credere, che l' elettricismo universale vi abbia parte, mentre da nessun lato, quando si fanno gli esperimenti sopra animali affatto isolati, vi può accorrere?

Nè è da omettersi il Dottor Valli, che vi si aggiunse con un rinforzo di esperienze considerabili. Valli attaccò il Volta dicendo, che le contrazioni muscolari risvegliate con la *semplice applicazione dei nervi ai muscoli* delle *Rane preparate*, come più volte gli era accaduto, facevano una insuperabile opposizione alle di lui *Teorie*, mostrando la *nullità dei metalli*, e la *presenza dell' elettricità animale*. Si hanno, disse, dei movimenti nelle Rane, che più non vivono, facendo comunicare i muscoli con i respettivi nervi; dunque esiste nei muscoli e nei nervi, ma non è certo dove il *più*, dove il *meno*, l' *elettricità* in stato di *sbilancio*: Si hanno i movimenti senza il concorso dei metalli; dunque i metalli non sono i *motori* dell' *elettricità*, nè sono quelli, che fanno nascerne il disequilibrio.

Il Dottor Valli credè sempre più nell' esistenza di un' *elettricità inerente agli organi dell' animale*, ed incalzò il Volta promettendo trionfo a Galvani; quando ebbe trovato, che si ottenevano più facilmente, e più forti le convulsioni negli animali, con bagnare i nervi, e i muscoli con alcuni

fluidi, come v. gr. latte, spirito di vino, orina, e specialmente con alcuni sali, e poi fargli ritoccare insieme. Chi dubiterà adesso, esclamò, di una vera *elettricità animale?* Chi non comprende, che con gli accennati mezzi non si fa che facilitare il passaggio alla *corrente elettrica*, che non potrebbe circolare con tutta libertà da muscolo a nervo, e rimarrebbe inerte, e sempre in disequilibrio? Come si può egli ricorrere alla pretesa azione motrice dei metalli, quando si hanno, tutte le volte, che si vuole, con questi agevoli mezzi, senza metalli, le più marcate convulsioni?

Grande fu il successo di questi fatti, e ragionamenti in favore del Galvanismo. Tanta fu l' impressione, che fecero nell'animo dei Fisici, che molti, i quali si erano dichiarati, o erano per dichiararsi per il sistema del Volta, si riattaccarouo a quello di Galvani. Il partito dei Galvanisti ingrossò a segno, che era diventato di nuovo quasi universale; e i savj tutti presagirono a Volta un' imminente disfatta, e un compiuto trionfo a Galvani (*a*).

(*a*) Ancor' io di principio fui d' opinione, che il *Galvanismo* fosse un *fluido animale*. (V. le prime lettere al Sig. Fontana stamp. in Firenze, o il loro estratto nel Giorn. di Medicina di Venezia); poi, che fosse una *vera elettricità*. (V. le seconde lettere allo stesso celebre Fisico Fontana, e il Giorn. di Venezia, e il Giorn: Medico di Pavia); e sostenni questa ultima opinione contro il

Ma non si atterrì per questo, nè piegò punto l'intrepido Volta. Persuaso egli della verità della sua causa, e fidando sulle forze del suo ingegno, rispose ai possenti, e ben diretti attacchi dei suoi avversarj, con armi di nuove esperienze, e vigorose ragioni.

Si isolino quattro persone, e più se piace; e se il pavimento non è molto umido, non importa isolarle; e facciano catena comunicando frà loro con questo ordine: Il primo tocchi col dito la punta della lingua a quello accanto, e questo tocchi similmente col dito il nudo bulbo dell' occhio dell' altro

quasi universale contrario sentimento, che era allora preponderante.

Fontana da alcune sue particolari esperienze, che si compiacque comunicarmi, diceva aver dei motivi da dubitare, che le leggi osservate nella così detta *elettricità animale*, deviassero da quelle dell' universale elettricità. (V. una mia lettera all' istesso nel Giorn. Fis. Med. 1795. tom. 2.)

Il Dottor Valli poi spacciò per sicura l'esistenza dell' *elettricità animale*, e con delle seducenti esperienze lo fece a molti credere; e a queste mi opposi con tutto il calore. (V. la mia lettera scritta al Prof. Brugnatelli in risposta alle sue prove dell' elettricità animale inserita nel tomo 3. 1795. del suo Giornale Fisico-Medico.)

Anco il Professor Brugnatelli abbandonò il suo Collega Volta, benchè per pochi momenti, per attaccarsi a Galvani.

compagno; questo poi prenda con le dita bagnate di una mano una *rana preparata* d'allora per i piedi, e un altro accanto la prenda per il dorso, e con l' altra mano pure bagnata, tenga impugnata una lastra d'*argento*, mentre il primo della catena ne tiene parimente con una mano umida impugnata un' altra di *zinco*; tutte le volte, che queste due ultime persone della catena porteranno a contatto i due metalli, nascerà nell'istante la sensazione del *sapore acido* nella lingua toccata dal dito di chi tiene lo zinco, e la sensazione della *luce* nell' occhio toccato dal dito dell' altro accanto, e le gambe della rana tenuta fra le due mani si scuoteranno per delle gagliarde convulsioni.

L' esperimento è convincente, e mostra, che mediante l' azione dei metalli dissimili *argento*, e *zinco* combaciantisi, il fluido elettrico smosso, e spinto in avanti dallo zinco, ha fatto un giro, ed ha attraversato tutta quella catena di persone, producendo su i nervi, che ha investito, gli effetti, o le sensazioni, di cui erano capaci: ha prodotto il *sapore* sulla punta della *lingua*, la *luce* nell' *occhio*, e i *moti muscolari*, o sia *convulsioni* nella rana, perchè ha eccitato nel suo passaggio i nervi della lingua, quello dell' occhio, e i nervi crurali della Rana.

Dove è dunque l'elettricità animale? Un'elettricità, cioè propria ed originaria degli organi, o parti

animali? Tutta l'azione procede dal combaciamento dei metalli, e questa azione si comunica ai conduttori, che formano il circolo, o sia la catena, e di questa ne risentono i nervi dell' animale vivente, o in cui la vitalità non è spenta ancora. Dunqne gli animali sono semplici *Elettrometri*, o *Indici di Elettricità*; sono meramente passivi, ed attivi i metalli, poichè dal contatto di questi ne nasce l'impulso del fluido elettrico universale, che di *stagnante*, che era, acquista *moto*, e prende una *direzione*. Dunque piuttosto che chiamarsi *Elettricità animale*, si potrebbe dire *elettricità metallica* con più ragione.

E se avviene qualche volta, che ottengansi le convulsioni nelle *rane preparate*, quando siano molto eccitabili, con uno stesso metallo, per esempio col solo *argento*, col solo *mercurio*, ciò egli è perchè il metallo che si adopra, o i due pezzi dello stesso metallo non sono in realtà perfettamente omogenei. Basta che un pezzo dello stesso metallo differisca in qualche maniera dall' altro; e se è un sol pezzo di metallo, basta che un capo, o estremità di esso sia per qualche accidentalità, modificato diversamente dall' altro capo. Qualunque accidentalità, che induca una modificazione nella sostanza, può produrre l' *eterogeneità* dello stesso metallo, come v. gr. le qualità accidentali di *durezza*, di *tempera*, di *levigatezza*, di *lucentezza*, di calo-

re ec., e quando un metallo della stessa specie fa gli effetti dei metalli dissimili, bisogna dire, che egli abbia sofferto, per qualche qualità accidentale, delle modificazioni, da renderlo *eterogeneo* o *dissimile*.

Volta non mancò di appoggiare le sue proposizioni a dei fatti; con i capi di uno stesso metallo piegato a foggia d' *arco conduttore*, e *temperato* da un lato sì, e da un lato nò, toccò dove conveniva una *rana ben preparata*, ed ottenne le convulsioni; e quando il metallo era in tutto *simile*, o *omogeneo*, non le ottenne. Così con due pezzi di metallo, uno *pulito*, e *lucente*, e l' altro nò; prese v. gr. due pezzi della stessa lamina di piombo, e gli applicò ad una *rana ben preparata*, ma per mezzo loro non potè ottenere le solite convulsioni; ne raschiò una col *temperino*, o piccolo coltello, e fattala forbita, e lucente l' applicò per questo istesso lato al luogo di prima, e allora ebbero effetto, cioè, le convulsioni della rana.

Anche il mercurio rettificato, benchè paja, che deva essere totalmente omogeneo, può avere in qualche parte della diversità. Può essere, che le parti interne, e che non sono a contatto dell' aria siano differenti da quelle, che lo sono, perchè l' aria, come ognun sa, ossida facilmente la superficie del mercurio. Ecco, che se una rana preparata tocchi con le gambe la superficie del mercurio, e un pezzo della spina dorsale si immerga, e si approfondi alcun

poco in esso, ecco, che ella è nel caso di avere applicate due porzioni dissimili, benchè dello stesso metallo; onde possono aver luogo le contrazioni muscolari. Se ciò è, come pur troppo può essere, ecco svanita l'objezione, su cui tanto si è fondato Aldini, delle convulsioni ottenute nelle rane, con adoprare, per un sol metallo, il mercurio, che si può avere, quanto mai, puro ed omogeneo.

Con l'istesso principio si spiegano pure, e si intendono meglio, che nell' *ipotesi di Galvani* le convulsioni, che si ottengono nelle rane, quando però siano preparate d'allora, e dotate di molta vitalità, senza l'intervento di alcun metallo. La proprietà di *movere*, o *eccitare* una *corrente elettrica*, non appartiene solo ai *metalli dissimili*, o *conduttori di prima classe*, ma anche ai *conduttori umidi*, o di *seconda classe*, o sia *conduttori imperfetti*. Ad ogni combaciamento di conduttori diversi, in generale, ha luogo un' *azione*, che dà maggiore, o minor *mossa*, più, o meno veloce, al *fluido elettrico*, o *elettricismo universale*, e lo fa scorrere a traverso di quei corpi conduttori, che compiscono il circolo, o la catena; la *mossa*, e la *corrente* sarà debolissima, e incomparabilmente minore di quella, che risvegliano i metalli, o sia conduttori di prima classe; ma pure è sentita, e indicata dagli squisitissimi nervi delle Rane per mezzo delle scosse muscolari; e per questo appunto, che

ella è tanto debole, non è sentita, che dalle Rane dotate di molta vitalità, e poste nelle più favorevoli circostanze.

Con questo principio si fa cadere tutto ciò, che di maraviglioso, e di imponente hanno l'esperienze di Galvani, Aldini, e Valli. I mezzi, di cui si servì il Valli per agevolare, secondo lui, la *sortita* del fluido elettrico inerente agli organi animali, onde ricomporsi in equilibrio, o erano operazioni soltanto valevoli a produrre dell' *eterogeneità* nelle parti animali, cioè muscolo e nervo, che si facevano combaciare; onde avveniva con esse, che sono *conduttori di seconda classe*, quel che si ottiene coi *metalli* o *conduttori di prima classe*, ma proporzionatamente alla lor minore efficacia; oppure questi, come v. gr. l' *orina*, qualche *sale*, il *mucco*, il *sangue* ec. che sono tutti parimente *conduttori umidi*, o di *seconda classe*, la facevano essi medesimi da *eccitatori*, o *motori di elettricità*.

Di fatti sperimentò il Volta in conferma di tale osservazione, che quando le parti animali, come v. g. *muscolo*, e *nervo*, che si facevano combaciare, si approssimavano all' *omogeneità*, o rado, o nullo era l'effetto; per esempio se il contatto del nervo col muscolo si faceva in quella parte del muscolo, che era carnosa affatto, non succedevano convulsioni, e all' incontro si risvegliavano quando il nervo si portava a contatto del muscolo lì, dove degenera

in sostanza tendinosa ; così pure era nullo l' effetto, quando spogliavansi per mezzo della lavanda le dette parti animali degli umori eterogenei, come v. gr. *mucco*, *sangue*, o altro, soprappostivi. In somma mostrò con un treno di ingegnosi esperimenti, che ancor questo era un giuoco di *conduttori dissimili*, ma di *seconda classe*, o sia di *conduttori umidi*, cioè un' azione della loro dissimiglianza esercitata sopra il fluido elettrico universale per opera del loro combaciamento.

Non vi ha dubbio, il fluido elettrico si eccita al moto, e forma una corrente mediante i conduttori dissimili, molto più se siano metalli. Ordinariamente il metallo meno nobile, come v. gr. lo *stagno*, lo *zinco*, lo spinge innanzi (*a*), ed il più nobile, come v. gr. l' *argento*, l' *oro*, lo cede; e così il fluido elettrico prende una direzione, e con tanto maggior forza, quanto più i conduttori differiscono fra loro. Ciò lo provò il Volta con luminosi esperimenti.

L' esperimento del sapore *acido*, e *alcalino*, eccitato sulla lingua, per mezzo dei metalli, argento,

(*a*) Io era su questo punto di opinione contraria a Volta; ma ero in errore (Vedi la mia lettera scritta a Volta, Ann. di Chim. ed Ist. Nat. di Pavia) credendo, che l' *oro*, e l' *argento* rubassero il fluido elettrico allo *zinco*, dietro il parere di Franklin, il quale crede, che i migliori conduttori, quali sono l' oro, e l' argento, abbiano maggiore attrazione col fluido elettrico.

stagno, o zinco, che il Volta variò in più maniere assai curiose, ne è una riprova molto convincente. Il sapore acido si fa sentire dal lato dello zinco, e l' alcalino dal lato dell' argento; ciò mostra, che la lingua nel primo caso riceve del fluido elettrico spinto innanzi dallo zinco, perchè un simile sapore si sente da chiunque accosti l' apice della lingua al *conduttore* di una *macchina elettrizzato in più*; e nel secondo caso mostra, che la lingua medesima perde del fluido elettrico cedendolo all' argento, poichè lo stesso sapore similmente si sente con la punta della lingua accostata ad un *conduttore elettrizzato in meno*.

Cosa sia questa forza, o virtù che spiegano i metalli, o i conduttori dissimili, in generale, nell'atto del loro combaciamento, o comunicazione, per cui si dà moto all' *elettricità inerente*, *e stagnante* nei corpi, e si mette in corso, egli è un arcano; ma ella è cosa di fatto, poichè si prova, che esiste. Questa è una proprietà dei metalli, che non si conosceva: si sapeva, che i metalli, e gli altri corpi *anelettrici* prestavano una facile via al passaggio del fluido elettrico, e per questo riguardo si consideravano come esseri meramente passivi rapporto all' elettricità; ma ora si è scoperto, mediante le Galvaniche operazioni, che sono ancora attivi, cioè capaci di indurre uno sbilancio nel fluido elettrico, ed eccitarne il movimento. Alcuni pare, che attirino il fluido elet-

trico rispetto agli altri, e questi pare, che lo cedano a quelli, onde si produca un disequilibrio, o sbilancio, e si promuova una corrente, la quale, se trova una catena di altri conduttori, che comunichino con quelli dissimili, dai quali parte l' *azione*, la percorre, e per questa si restituisce con un giro perpetuo lì, di dove si era partita (*a*).

Questa nuova, e brillante scoperta fu dal Volta messa nel più chiaro lume per tutti i lati con una serie di esperienze le più istruttive, e ingegnose, le quali mostrano tutte, che e con i *conduttori metallici* dissimili, o sia *di prima classe*, e con i *conduttori umidi*, o di *seconda classe*, si ottiene questo disequilibrio, e si promuove questa corrente di fluido elettrico; e determinò ancora con delle sperimentate leggi, in quante maniere, o combinazioni si produca questa corrente, secondo la diversità, e il numero dei conduttori delle due classi, e quale sia la sua direzione.

Dall' altra parte dimostrò il Volta l' insussistenza della teoria di Galvani, facendo vedere, che ella era smentita dal fatto, e che non era fondata, che sopra delle supposizioni. Galvani affermò esservi

(*a*) Io non intendo, nè ho mai inteso, che questa *azione di richiamo* abbia che fare coll' *attrazione chimica*, ma io la credo un' *operazione speciale*; nè so a qual principio riferirla.

fra muscolo, e nervo un'elettricità *sbilanciata*, o in *disequilibrio*, e che mediante la scarica di questa elettricità, che passava a restituir l'equilibrio dal *nervo* al *respettivo muscolo*, si effettuavano i moti muscolari. Ma oltre la contraria prova, quale è, che si hanno questi movimenti, o convulsioni tanto con applicare al nervo istesso le due *armature* a piccolissima distanza fra loro, quanto con applicarne una al nervo, e l'altra al muscolo respettivo, e metterle in attività mediante la comunicazione, Volta gli oppose nel seguente esperimento un' altra insuperabile difficoltà.

Si distenda una *Rana preparata* sopra un piano qualunque con due lastrette di argento una sotto la spina dorsale, e l'altra sotto una gamba, e sotto l'altra gamba, appunto ai muscoli compagni, si apponga una lastra di zinco; dopo con un altro metallo, o sia *arco conduttore*, si facciano comunicare, ora le due lastrette d'argento, ora quella della gamba d'*argento*, con quella di *zinco* alla gamba compagna. Parrebbe, se fosse vero, che vi fosse uno sbilanciò di elettricità fra i *nervi*, che vanno ai muscoli, e i *muscoli* stessi, o sia fra la *faccia interna*, *ed esterna* dei muscoli, e che dalla di lui scarica dipendessero le contrazioni muscolari, parrebbe, dico, che si dovessero risvegliare soltanto nel primo caso: ma tutto il rovescio accade; queste si risvegliano nel secondo caso solamente, cioè quando

si fanno comunicare le *armature* poste alle *faccie esterne dei muscoli compagni*.

Dunque non è vero, che sussista l'*elettricità per eccesso* supposta da Galvani nel nervo, e *per difetto* nel muscolo; dunque non succede *scarica* con l'artifizio dei metalli, e in conseguenza le convulsioni non sono effetto della pretesa *elettricità animale*, ma della forza nervosa, che impera ai muscoli, che viene eccitata dallo stimolo dell'*elettricità artificiale*, come appunto lo stimolo dell'elettricità delle macchine comuni fa nascere le convulsioni, o moti muscolari, quando tocca i nervi degli animali vivi, o non mancanti di vitalità.

A tali avanzamenti del Volta rimase sconcertato, e scoraggito l'*esercito Galvaniano*; ma il Volta, che aspirava alla vittoria, meditava di portargli un attacco decisivo. Egli aveva bravamente sostenuto con l'esperienza alla mano, che l'elettricità cagione delle maravigliose convulsioni delle Rane, la prima volta osservate da Galvani, procedeva dall' *azione*, o *eterogeneità* dei conduttori, e specialmente dei metalli, ed aveva assegnato ancora la maniera del suo procedere, ma non era arrivato a metterla sotto gli occhi di tutti, come si pone per mezzo di alcuni artifizj la *comune elettricità*, o *elettricismo universale*, comunque risvegliato.

Per ciò fare il Volta pensò di ricorrere al *Condensatore* di *elettricità*, e si servì da prima di

quello attivissimo di Nicholson, chiamato *Doppiatore*, o *Duplicatore*, e poi del suo; e per mezzo di delicate esperienze arrivò in questa maniera a far toccar con mano, che i metalli hanno una diversa attrazione per il fluido elettrico; che taluni lo cedono, taluni lo rubano agli altri; poi, che nel combaciamento, o contatto, anche istantaneo, di due metalli, specialmente *argento*, e *zinco*, lo zinco ruba l'elettricità all'*argento*, e in conseguenza si *elettrizza* in *più*, e l'argento in *meno*, e che in conseguenza dal mutuo istantaneo contatto dei due *conduttori metallici* ne nasce un disequilibrio di elettricità; ed in fine, che la stessa virtù dei metalli l'hanno pure i *conduttori umidi*, o di *seconda classe*, di cedere, cioè, o di rubare gli uni agli altri il *fluido elettrico*, e che fanno nascere da ciò un disequilibrio.

Quale riprova maggiore si poteva egli desiderare? Il Volta in somma mostrò in conferma della sua opinione, che col contatto dei metalli, e dei *corpi conduttori* in generale, si eccita l'elettricità, come con la confricazione dei corpi *idioelettrici*, o *coibenti*, cosa che pareva incredibile. Si mettano a contatto due lastre di metallo isolate, v. g. zinco, e argento, e si separino nell'istante; dopo questo contatto si troverà un'accumulamento di elettricità nello zinco a spese dell'argento; cioè un'elettricità *positiva*, o in *più*, o per *eccesso*

nel primo, ed una *negativa*, o sia in *meno*, o per *difetto* nel secondo; e questa elettricità radunandola per mezzo di replicati contatti in una *boccettina di Leida*, si può con l'ajuto del *Condensatore* renderla sensibile agli elettrometri, ed ottenere perfino delle scintille.

Dunque il contatto dei metalli, e altri conduttori è il tutto nelle Operazioni Galvaniche, ed è nulla *l'elettricità organica* supposta, e chiamata *animale*. Tutto il giuoco dipende dalle *armature*, o sia *conduttori dissimili delle diverse classi*. Lo zinco v. g., che comunica con l'argento, attira il fluido elettrico dall'argento, questo lo dà, lo cede, e lo versa, e lo zinco lo tira a se, lo riceve, e lo accumula; ed ecco tolto l'equilibrio del fluido elettrico; ed ecco nata una corrente di esso fluido, che è indispensabile per restituir questo equilibrio, quando trovi un *circolo, o catena di comunicazione*, onde effettuarlo. L'accumulamento del fluido elettrico nello zinco, o sia elettricità in più, o positiva, come più a ciascun piace chiamarla, spinge in avanti il fluido elettrico stagnante nei corpi conduttori, che gli sono a contatto, e lo fa movere, secondo le *teorie franchliniane*, per la serie, o catena, o circolo dei conduttori umidi interposti fra lo zinco, e l'argento, per restituirsi all'argento, di dove è stato smosso: e siccome, finchè dura il contatto dei metalli, dura la

forza impellente il fluido elettrico, e finchè esiste la catena, o non è interrotto il circolo di comunicazione fra i due metalli, è aperta la via di comunicazione al fluido elettrico, che tende ad equilibrarsi; perciò il fluido richiamato ed attratto continuamente dallo zinco, ritornerà per la solita direzione, e per la catena dei conduttori umidi, che gli si presentano nell' argento; di lì di nuovo nello zinco, per ricominciare il suo corso, e così con un giró perpetuo circolerà per equilibrarsi da questo a quel metallo.

Quindi non farà maraviglia, se a formare la catena di comunicazione, per la quale passa il fluido elettrico, concorrono anche dei *nervi scoperti* di animali, o vivi, o dotati di vitalità, che si faccia sentire ai detti nervi, e produca col suo stimolo, o impressione, quell' effetto, di cui son capaci. Se l' *elettricità dei corpi*, o sia *elettricismo universale*, smossa, e disequilibrata dall' azione dei metalli dissimili, è capace di rendersi artificialmente sensibile agli elettrometri, lo sarà anche natúralmente ai delicatissimi nervi degli animali, e specialmente delle Rane, che sono, come lo provano le prime osservazioni di Galvani, i più squisiti fra gli *elettrometri*, o sia *indici di elettricità*. Che importa dunque ricorrere ad una elettricità ideale, per spiegare i fenomeni del Galvanismo, quando si spiegano adequatamente con l' elet-

tricità universale per mezzo di questi saldi principj?

Molti dei seguaci di Galvani piegarono alla forza di tali ragioni, e si resero al vittorioso Volta. Ma Galvani rimase intrepido a fronte di tutto ciò. Egli sostenne sempre, che l'*elettricità* era *particolare*, e perciò dell'*animale*, e non *universale*, o *comune* a tutti i corpi come voleva il Volta; che lo sbilancio, o disequilibrio non dipendeva dalle *differenze dei metalli*, o dei conduttori in generale, ma era riposto negli *organi degli animali*; in somma attribuiva tutto all'animale, e niente all'azione dei conduttori dissimili, che Volta aveva dimostrata con tanta evidenza.

Finalmente la morte impedì a Galvani di prolungare la contesa: Ma gli successe Aldini, che seppe con l'armi della sua sagacità, ed eloquenza, proseguendo a difendere la causa del suo zio, rendere sempre più gloriosa e memorabile la questione. Già l'esercito dei Galvanisti era stato dai rapidi avanzamenti del Volta scoraggito, e disordinato: Aldini lo riunisce, lo rianima, e preso in mano il *Vessillo del Galvanismo*, *Egli* solo si mette alla testa di tutta la fazione.

Tra quegli, che non erano del partito del Volta, alcuni credevano, che il *fluido Galvanico* fosse *fluido elettrico vero*, simile in tutto al fluido elettrico universale, ma proprio degli esseri anima-

ti, ed appartenente alla *vita animale*. Altri credevano, che fosse un *fluido* affatto *particolare*, e *proprio* dell'animale, simile, o che si ravvicinava molto al *fluido elettrico*, ma che non era identico. Valli, che avea sostenuta l'esistenza dell'*elettricità organica*, avea dopo opinato, che non sempre fosse un prodotto dell'Economia animale, ma che, in alcune circostanze provenisse dal di fuori, v. g. dalla terra, dall'atmosfera, il fluido elettrico necessario per l'economia animale, e in conseguenza, che alle volte fosse *naturale*, alle volte *avventizio*.

Vi fu il celebre Signor Giovanni Fabbroni, che messe fuori un' opinione affatto nuova, ed ingegnosa. Egli sostenne, che il Galvanismo si dovesse ridurre ad un giuoco di chimiche affinità, poichè suppose, che mediante il contatto dei metalli coll'intermedio dell' acqua si generassero dei sali metallici formati in grazia della decomposizione dell' acqua operata dalla diversa affinità, che hanno i differenti metalli per gli elementi dell' acqua medesima, ossigeno, o *termossigeno*, e idrogeno, o *flogogeno*; e che questi sali vellicando o i nudi nervi degli animali, o le papille nervose della lingua, producessero le convulsioni, e i sapori; e pretese, che nell'atto di queste chimiche operazioni si sviluppasse molta elettricità, e questa fosse quella, che si manifesta in

tali circostanze, e che costituisce il *fluido Galvanico*. Questa opinione non ebbe allora molti seguaci; ma il celebre Nicholson la fece rivivere posteriormente (*a*).

Aldini sostenne nella sua integrità la causa del suo zio, il *Galvanismo*, asserendo, che vi è un fluido animale, il quale eccita le contrazioni muscolari tutte le volte, che si porta, e trascorre da' nervi ai muscoli, e credè di poterlo sostenere con provare sempre più che si hanno le contrazioni muscolari, o convulsioni nelle rane indipendentemente dall'azione di qualunque metallo, o con un sol metallo. Egli si fece forte sopra molte ingegnose esperienze, dalle quali risulta, che la sola applicazione dei nervi ai muscoli è capace di produrre i moti convulsivi delle membra di una rana.

Insistè contro la teoria del Volta fondata sulla *eterogeneità* dei Conduttori, asserendo di avere ottenute le convulsioni nelle rane *preparate* con un sol metallo, ove non vi era sospetto di eterogeneità. Disse di avere adoprato il mercurio il più puro, e il più omogeneo, e di aver fatto toccare alle

(*a*) Io presi a discutere questa dotta, e seducente spiegazione dei fenomeni Galvanici data dal Signor Giovanni Fabbroni, in un *articolo di lettera intorno alla causa della Termossidazione dei diversi metalli mediante il loro contatto*, scritta al Sig. Giovanni Fabbroni medesimo. Ann. di Chimica di Pavia 1812. tom. XXI.

parti della rana solamente la superficie di esso metallo, acciò non vi fosse il dubbio, che le molecule della superficie differissero dalle molecule, che gli restan sotto, perchè queste ossidate, e le altre nò mediante il contatto dell' aria, cosa che gli aveva objettata il Volta. Così in altre occorrenze disse di avere ottenuto le convulsioni nelle rane, e con i conduttori metallici omogenei, e con i conduttori umidi, facendo cioè combaciare nervi, e muscoli, benchè non si scorgesse in essi nessuna differenza. E questi movimenti non possono dunque ripetersi da altro, che dalla *elettricità animale*. Era escluso in questi casi il sospetto di qualunque stimolo, e il concorso di qualunque causa esterna; dunque doveano essere effetti di un fluido, che risiede esclusivamente nell' animale.

Secondo Aldini il *fluido Galvanico*, che annida nelle membra dell' animale vivente, è di tale intensità, da rendersi sensibile, senza ricorrere all' *elettricità metallica*. Egli è abbondante a segno da manifestarsi ai più sensibili elettrometri, quali sono le *rane preparate*. Si prenda con una mano bagnata di acqua salata una rana preparata, e si tenga per i muscoli, e poi si portino a contatto della punta della propria lingua i nervi crurali di essa, subito si avranno le convulsioni nella rana. Ecco che il Galvanismo della macchina propria ha dato segni della sua azione, poichè è stato valevole a risvegliare le

convulsioni nella rana. Di più, se la rana è vigorosa, quando si avvicina alla lingua, i nervi di essa, come per una specie di attrazione si accosteranno, e anderanno a toccare la lingua: il che fa vedere, che il *fluido Galvanico*, ha come l'*elettrico* la sua atmosfera.

Di molte e varie esperienze fece uso Aldini per provare la sua proposizione, cioè l'esistenza di un *fluido motore* circolante nella macchina animale, inteso sotto il nome di *Galvanismo*: ma tutte avevano l'oggetto di mostrare, o porre sotto gli occhi di tutti, che questo fluido esiste di fatto negli animali morti d'allora, ed è ridondante; che si può trasfondere per mezzo dei conduttori, e far circolare, appresso a poco come si fa all'Elettricismo; e che in questo tragitto si manifesta con la sua potenza, o facoltà di eccitare, passando da nervo a muscolo, i movimenti animali; onde basterà per non andar troppo in lungo, e recar tedio, che se ne esponga qualcuna delle più significanti.

Si abbia in pronto una *rana preparata*, cioè, che abbia la midolla spinale scoperta, o altra parte nervosa, e si prenda per le gambe con una mano, e con l'altra mano bagnata d'acqua salata si tocchi la spinal midolla della testa di un Bue ammazzato d'allora, o altro animale; oppure si introduca un dito della mano in uno dei fori dell'orecchie dell'animale, e con l'altra mano si porti la rana a toccare

con la parte nervosa scoperta la punta della lingua dell' animale, o altri muscoli. Oppure, invece di adoprare il capo dell' animale, si adopri il tronco, o busto, e con una mano si tocchi parimente la spinal midolla del collo, e con l' altra si porti la rana con i suoi nervi scoperti a contatto dei muscoli dell' addome dell' animale; o meglio si uniscano tre, o quattro teste insieme, e si faccia la stessa operazione con la rana preparata come con una sola testa: la rana entrerà in convulsioni tutte le volte che verrà a toccare con i suoi nervi scoperti i muscoli dell' animale; e cesserà di convellersi tutte le volte che si interromperà questa comunicazione.

Il fenomeno delle convulsioni ottenute per mezzo delle suddette operazioni mostra chiaro il *movimento*, o *sgorgo* di una elettricità propria degli animali, o sia *Galvanismo*. Si è visto, che è necessario un circolo di conduttori da nervo a muscolo, acciò il detto fluido abbia aperto il passaggio, e si trasfonda; e questo gli si impedisce tutte le volte che si interrompe l' arco di comunicazione.

Aldini pensò poi di dimostrare più chiaramente l' esistenza del Galvanismo, aggiungendo la precauzione di isolare le persone, che formano il *circolo galvanico*, e la *rana preparata*, che vien portata a contatto dei muscoli scoperti di un animale, per vedere se otteneva anche così le convulsioni: in questa forma egli ebbe in animo di escludere l' in-

flusso dei metalli, e di altro genere di conduttori capaci di portarvi dell' elettricità estrinseca. Di fatti ottenne le convulsioni anche in questa maniera; e questo sembrogli, che facesse toccar con mano, esservi un fluido proprio dell' organizzazione animale, che si può mettere in moto, e dirigere a talento dei Fisici mediante alcune semplici operazioni. Esso è, per quanto si vede, il principio motore delle macchine, o sia la sorgente delle forze animali, poichè è valevole nel suo tragitto ad eccitare le convulsioni delle rane.

Se i metalli eterogenei, o *armature* applicate alle rane, e ad altri animali preparati, sollecitano l' eccitamento delle contrazioni muscolari, e le rendono più forti, egli è perchè facilitano lo sviluppo dell' elettricità animale. Essi sono una condizione favorevole alla manifestazione dell' elettricità, che tengono nascosta gli animali; ma non sono di una indispensabile necessità per ottenere le convulsioni, perchè non in loro risiede la causa di questi moti muscolari. I metalli fanno appresso a poco lo stesso giuoco, che le *armature* nella *bottiglia di Leida*, o quadro Franchliniano, cioè servono eccellentemente ad attirarvi, ed accumularvi l' elettricità, ma non gliela somministrano.

Questa asserzione la confermò con l' esperienza, e fece vedere, che quando più rane preparate, e distese sopra una tavola sono disposte tutte con la spinal

midolla, e le gambe, dallo stesso lato, e accanto vi siano posti in una conveniente situazione dei metalli, questi fanno molto giuoco, ogni volta che vengono a comunicare insieme, e producono delle forti convulsioni; al contrario l'effetto loro è debolissimo, quando le dette rane sono alternativamente disposte in senso contrario.

Non ostante tutti questi sforzi per ribattere i colpi del Volta, vedeva bene Aldini, che non era giunto a far molto. Gli restava ancora a vincere delle grandi difficoltà. La grande scoperta della *Pila*, quel semplice accoppiamento di metalli, che è un prodigio in Fisica, la gloria del nostro secolo, che sarà sempre soggetto di studio, e sorgente di istruzione, la *Pila* avea sorpreso l' universo, ed aveva operato nell' animo di tutti una rivoluzione a favore delle Teorie del Volta.

Gli elementi della Pila sono le basi dell' esperienze, con le quali aveva il Volta sì vantaggiosamente combattuto il Galvanismo. Fatta che ebbe il Volta la scoperta, che di due metalli differenti, mediante il contatto uno si elettrizza in più, e l' altro in meno, e che si forma una corrente elettrica nella catena di comunicazione fra i due metalli, per restituire l' equilibrio, servì, che il medesimo facesse pochi altri passi per arrivare alla formazione, o costruzione dei suoi *Apparati Elettromotori*. Il primo fu quello a *Corona di Tazze*, e poi l' altro denomi-

nato la *Pila*, o *Colonna Elettrica*. Alcuni la chiamarono *Colonna*, o *Pila Galvanica*; ma se gli scuopritori hanno diritto di immortalare il loro nome con le loro invenzioni, a torto si chiama *Galvanica*, ma le si deve il nome di *Pila Voltiana*, o del *Volta*.

Gli elementi, o componenti della Pila sono, come ognun sa, tante coppie di due metalli fra loro molto dissimili, come v. gr. *argento*, e *zinco*, *zinco*, e *rame*, le quali unite insieme, e soprapposte giungono mediante i conduttori umidi interposti fra una coppia, e l'altra, ad accumulare nelle due estremità, o lati della serie, la somma di quell'elettricità, o per eccesso, o per difetto, o positiva, o negativa, che tocca all' uno, e all'altro dei metalli, in rapporto della loro dissomiglianza. Onde facendo comunicare insieme le due estremità della *Pila*, o *Poli*, ove sono radunate le due elettricità differenti, positiva, e negativa, si suscita una corrente, o un giro di fluido elettrico, che và dal polo positivo al negativo, come nella bottiglia di Leida, dalla superficie, o faccia positiva, alla negativa, per equilibrarsi. Con questa differenza però, che nella bottiglia cessa la corrente, appena che l'equilibrio è ricomposto; e nella Pila il giro del fluido elettrico è perpetuo; perchè qui l'eccitamento, o disequilibrio del fluido elettrico risulta dal contatto, o accozzamento dei metalli, onde dee persistere la forza

movente il fluido elettrico, finchè dura questo contatto.

Con la Pila si hanno sulla lingua e il sapore *acido* dall' estremità *positiva*, e l' *alcalino* dall' estremità *negativa*, come con l' elettricità ordinaria positiva, e negativa delle macchine; si hanno poi e le scintille, e le scosse, come con l' elettricità comune, e mille altri effetti analoghi a quelli delle elettricità artificiali; onde la Pila fornisce le più evidenti riprove in favore del sistema del Volta, mostrando, che i metalli hanno il potere di porre in disequilibrio da per se stessi un *fluido*, con accumularlo in una parte, diradarlo in un' altra, e che questo fluido mostra di essere *identico col fluido elettrico*.

Aldini allora pensò di trar partito dalle nuove scoperte del Volta in sostegno, ed in difesa del Galvanismo, ed adoprò ogni destrezza, ed ingegno per conciliare i fatti del Volta con l' ipotesi del suo Galvani. Disse, che dalla Pila esce un fluido dotato di somma energia, che aumenta l' azione del *Galvanismo* in una maniera sorprendente, che mette in moto cioè, e risveglia potentemente il *fluido elettrico*, che è proprio del sistema animale. Quindi istituì molte esperienze sopra animali, ed uomini uccisi di fresco per istudiare i rapporti del *fluido della Pila* col *fluido vitale*, e per imparare, se potevasi in alcune circostanze applicarlo utilmen-

te all' uomo in soccorso dell' *Economia animale*.

E siccome il Volta dall' avere ritrovato, che anco i conduttori non metallici, o siano fluidi acquosi, o solidi pregni d' umido, i quali perciò furono da esso denominati *conduttori umidi*, e compresi in una seconda classe, avevano mediante il contatto la facoltà, benchè molto inferiore ai metalli, di porre in disequilibrio il fluido elettrico, e di fare l' ufizio di *eccitatori*, o *motori* di elettricità, ne aveva inferito, che negli *organi* della *Torpedine*, e di altri *Pesci elettrici*, vi deve essere l' esempio di un *Apparato Elettromotore* emulo della sua *Pila*, costruito dalla Natura con un artifizio incognito particolare, di semplici conduttori umidi, cioè senza metalli, benchè l' arte non sappia imitarlo (*a*). Aldini si appigliò a questa idea, e si fece forte sopra di essa per avvalorare la sua opinione modificandola secondo questo principio.

Il sistema di Galvani, disse Aldini, pone per principio l' esistenza di una *elettricità animale*, come causa dei moti, e delle sensazioni degli animali, e questo principio, con le leggi che appartengono all' elettricità, cioè di *eccesso*, e di *difetto*, e di *tendenza all' equilibrio*, sono la base della di lui spiegazione dei suddetti fenomeni nei viventi ani-

(*a*) Allora non si credea possibile, o non eseguibile questo istrumento, che dopo facilmente si è eseguito dietro gl' insegnamenti dell' immortale Volta.

mali. Il principio di questo sistema è cosa di fatto, poichè l'elettricità animale è dimostrata da tanti fatti, quanti sono gli esperimenti, che sono stati posti sotto gli occhi con i differenti processi Galvanici; come pure è dimostrato, che il sistema dei muscoli è dotato di una elettricità differente da quella dei nervi; dunque la spiegazione dei movimenti animali, che deriva dalle due differenti elettricità, è ben fondata. E questa non repugna, ma si accorda con la Pila del Volta, anzi la scoperta della Pila, in cambio di servire di opposizione, serve di appoggio al sistema di Galvani.

Galvani pose le due differenti elettricità, o sia *contrarie*, una nel sistema *nervoso*, e l'altra nel sistema *carnoso*, o *fibroso*, e considerò questi due sistemi, che formano il complesso del *sistema muscolare*, come organi analoghi a tante *bottiglie di Leida*, alle quali l'umidità animale serve di veicolo, o di arco conduttore, perchè porta l'eccesso dell'elettricità a restituir l'equilibrio. Ora si dirà, che sono analoghi a tante *Pile*, e che i movimenti animali sono effetti di *Pile animali* formate dall'unione della sostanza nervosa, e fibrosa, che costituisce il sistema muscolare.

In fatti di *Pile animali* la Natura ce ne offre il modello nei *Pesci elettrici*. La costruzione speciale di certi organi proprj di simili animali, che si conosce dalla disposizione, e differenza di alcune parti,

e l'elettricità, che manifestamente contengono, mettono fuori di dubbio la loro essenza di vere *Pile animali*. Or dunque se ci sono degli animali forniti di *Pile organiche*, che spiegano un' elettricità tale da dare delle violenti scosse, perchè non si potrà egli ravvisare nei muscoli di tutti gli animali tante Pile, ma dotate di minore elettricità, e solo quanto basta a produrre le contrazioni muscolari?

Ecco, che dietro questa analogia, e sotto questo punto di vista la Pila del Volta non distrugge, ma conferma il sistema di Galvani. Il sistema di Galvani si accorda con tutti i lumi, che abbiamo fin quì dalla Fisica, e dalla Fisiologia; dunque riman sempre saldo, anzi viepiù consolidato.

È in errore chi pensa, che Galvani abbia messo in campo un *nuovo agente* della Natura, per ispiegare i movimenti muscolari con i processi da lui trovati nell'*elettricità animale*. Per *Elettricità animale* ei non ha inteso un fluido affatto particolare, e differente dall' elettricità; ma egli ha detto nell'ultima sua opera del 1797. indirizzata allo Spallanzani, che l' *elettricità animale* non è assolutamente un' *elettricità comune*, come quella, che si trova in tutti i corpi, ma è un' elettricità modificata, e combinata col principio della vita, dal quale ella acquista dei caratteri, che gli son particolari. Conviene, che il *Galvanismo* sia *elettricità*, e che abbia delle leggi comuni coll' elettricità univer-

sale, ma che ne diversifichi per alcuni rapporti.

Vi è molta somiglianza fra l' uno, e l'altro fluido; e la Pila, che ci somministra ancor essa una sorgente di elettricità di una specie particolare, che si può comprendere sotto il nome generico di *Galvanismo*, co' suoi effetti della scintilla, e della scossa, ha fatto sempre più ravvicinare i rapporti fra il *Galvanismo*, e la comune *elettricità*: la Pila inoltre dà una corrente, che passa per la catena di comunicazione con la stessa celerità del fluido elettrico, come portano l'esperienze già fatte per un tratto di mare a Calais, e nei due gran Fiumi la Senna, e la Marna; ma vi sono ancora delle differenze, le quali pare che lo rendano distinto, e diverso dalla elettricità.

Sta a decidersi, se queste *differenze* siano tali da riguardarsi come *caratteristiche*, che impediscano il ridurlo alla generale elettricità: pende ancora la questione. Io, termina Aldini, non so risolvere, se il Galvanismo sia della stessa natura della pura elettricità, e se riceva delle modificazioni dall' organizzazione animale da diventare *speciale*. Mi limiterò frattanto ad accordare, che esiste una grande *analogia* fra il *Galvanismo*, e l' *elettricità*, finchè con dei nuovi schiarimenti non me ne sia mostrata l' *identità*.

Questa è in breve l' Istoria della gran contesa fra *Volta*, e *Aldini*, che mena tanto rumore per tutta

la culta Europa : di quì sarà agevole adesso il rilevare chi di due riportò vantaggio nella scientifica tenzone. Mi parve prima necessario di esporre con ordine, e con precisione i varj successi della letteraria guerra fra i due Campioni, onde aver dati da decidere chi ne uscì vittorioso : in questa maniera, messo fuori quel che vi era da una porte, e dall' altra di più valutabile, e di più ragionevole, ognuno può essere in grado di farne uso per istabilire meco la più *retta sentenza* da abbracciarsi in una causa di tanto impegno, e sì strepitosa. Così il giudizio da pronunziarsi non verrà estorto da nessuno artifizio, ma dettato dalla semplice ragione.

Riduchiamo intanto a più precisi termini la questione, e poi confronteremo il nervo delle prove portate dai due avversarj in favore della propria opinione, per vedere da quale dei due lati stà la ragione.

Aldini pensa, che gli animali contengano del fluido elettrico *accumulato* o per *eccesso* nel sistema nervoso, e *diradato*, o per *difetto* nel sistema fibroso, e che questo nell' equilibrarsi effettui i movimenti muscolari ; ma crede, che questo elettricismo appartenga ai corpi animati, come prodotto dell' organizzazione, e della vita ; in somma, che sia *uno dei fluidi animali*. Così del fluido elettrico degli apparati *elettromotori* del Volta, pensa, che sia un *fluido particolare*, quanto mai simile al fluido elettrico universale, ma di cui non è pro-

vata l' identicità, ed appella *Galvanismo* tutti gli effetti di questi *due fluidi* particolari, i quali sono, a suo parere, *modificazioni* dell universale elettricità.

Volta al contrario considera il Galvanismo, come un fenomeno generale della Natura, non come un effetto parziale di un prodotto dell' animalità. A suo parere non vi è fluido elettrico, che esclusivamente appartenga alla macchina animale, e che venga modificato da essa, nè gli animali contengono altro fluido elettrico, che quello, che è sparso per tutto, e abbraccia tutta la Natura: in somma l'*elettricità animale*, e l'*elettricità della Pila*, ciò che chiamasi *Galvanismo*, non sono, secondo lui, che semplici effetti dell' universale elettricità.

Aldini vuole, che le *armature*, o combinazioni dei metalli operino le contrazioni muscolari negli animali con mettere in circolo un fluido proprio dell' animale, per ricomporre il *disequilibrio* fra muscolo e nervo. E Volta, che non ammette nessuna *elettricità speciale* negli animali, e in conseguenza nessuna *carica*, o *disequilibrio*, nè *scarica* o *circolo* da nervo a muscolo, sostiene, che le contrazioni muscolari sono effetto dell' elettricità universale eccitata dai metalli, e residente in essi, a tenore delle sue teorie, che abbiamo di sopra esposte.

Ma l' esperienze, sopra le quali si fa forte Aldini, per porre in essere questo fluido animale, non sono difficoltà per il sistema del Volta.

Già le contrazioni muscolari ottenute, e con un metallo, e senza metalli, e con artifizj che escludono l'azione di qualunque estrinseca elettricità, restano spiegate col sistema del Volta, come sopra esponemmo. Con le teorie dei conduttori dissimili, o siano di prima classe, o di seconda, che mediante il contatto eccitano un'elettricità, si rende ragione di qualunque Galvanica operazione. E non solo il Volta dette i principj per ispiegare i più valutati fenomeni del Galvanismo, come sono le convulsioni suscitate nelle rane, o con un sol metallo, o mediante le soprapposizione delle nude parti dell'animale; ma determinò con delle simboliche figure tutti i modi, nei quali poteano succedere, o sia sciolse tutti i problemi, che poteano proporsi in questo genere (*a*).

È vero, che Aldini oppone dei fatti di esperienze riuscitegli senza conduttori dissimili, v. gr. con un sol metallo, secondo lui, perfettamente omogeneo. Ma egli è impossibile il provare la perfetta omogeneità, o simiglianza in questo genere. Quando si pone per principio, che una differenza in qualche parte di un conduttore, o questa sia interna, o esterna, comunque leggierissima, e piccolissima, ed anche impercettibile all'occhio, basta; chi potrà sostenerne la perfetta somiglianza?

(*a*) Vedansi le sue Memorie negli Annali di Chimica di Pavia.

A che serve poi il provare, che l'elettricità estrinseca non ha parte in questi fenomeni, come fece fin di principio Galvani con immergere le *rane preparate* sotto l'olio? Questo non porta a stabilire, che vi sia un'elettricità nell'animale. Il fenomeno dee succedere anche sotto l'olio, purchè siano applicati alla rana preparata dei conduttori dissimili, e che comunichino fra loro; non ci vuole altra condizione; perchè l'*elettricità comune*, che è sparsa per tutti i regni della Natura, e che contengono quei tali conduttori, è quella, che, eccitata mediante il contatto, produce l'effetto su i nervi scoperti degli animali.

Aldini nel suo sistema suppone due elettricità differenti, nei nervi l'una, nelle fibre muscolari l'altra; ma non lo prova. Laddove il Volta mette sotto gli occhi, che di due conduttori differenti, specialmente metallici, mediante il contatto, uno si elettrizza positivamente, e l'altro negativamente, e rende palpabile la loro elettricità con gli Elettrometri. Aldini non ha mostrato, che un pezzo di nervo, o una diramazione nervosa, sia dotata di una elettricità contraria a quella di uno, o più muscoli, come il Volta lo ha fatto vedere dei metalli dopo il contatto. Dunque la *carica*, e la *scarica* da nervo a muscolo, dietro l'analogia della bottiglia di Leida, o della Pila, che formano la base del sistema di Aldini, sono supposizioni, o immagini, ma non cose di fatto.

D'altronde il Volta ha dimostrato, che la carica, e scarica supposte da Aldini fra nervo, e muscolo, non si verifica con l' esperienza; poichè si hanno le convulsioni con l'armature applicate anche ai muscoli omologhi. E poi ci sono mille fatti, che fanno contro a questa ipotesi, e che dimostrano derivare le convulsioni dallo stimolo del fluido elettrico su i nervi degli animali preparati nei diversi processi galvanici: a questi mi sia lecito l'aggiungere il seguente.

Si prenda una *rana preparata*, e fornita delle sue armature al muscolo, e al nervo corrispondente, e poi le si tagli il nervo sotto l'armatura; ma dopo tagliato si riunisca in modo, che le parti vengano a un perfetto contatto, e formino un tutto continuo; allora non si otterranno le contrazioni nel muscolo, con mettere al solito in gioco le armature, come si ottengono comunemente coi nervi non recisi (*a*).

L' esperimento mostra, che le contrazioni dei muscoli non sono cagionate da una corrente di fluido elettrico, che passa da nervo a muscolo per equilibrarsi, ma da uno stimolo indotto dall'elettricità in una parte, o in un punto del nervo, mediante il quale stimolo si eccita la forza nervosa, che impera al muscolo, e si propaga mediante

(*a*) Vedi alcune mie Memorie inserite negli Annali Chimici di Pavia.

l'organizzazione fino al muscolo medesimo: per questo la contrazione non succede quando il nervo è reciso, e il muscolo non ha più consenso con la parte del nervo, che ha sofferto lo stimolo, o irritazione. Nel sistema di Aldini dovrebbe succedere: perchè la recisione, quando non vi fosse un'interruzione del nervo, non potrebbe impedire, che si effettuasse il passaggio del fluido elettrico, che si suppone disequilibrato, da nervo a muscolo, o sia la *scarica*.

Tanto è vera, sostiene Aldini, la presenza negli animali di un fluido proprio loro, e inseparabile dalla loro vitalità, che si può benissimo farlo sgorgare, quando che, appena gli animali sono stati privi di vita, e che conservano ancora molta vitalità, gli si presenti per mezzo di conduttori un facile egresso, e si faccia per mezzo di una catena di corpi *deferenti* tragittare da nervo a muscolo. Questa fondamentale proposizione, crede Aldini di provarla con una *rana preparata*, che frapposta nel cerchio, o catena dei conduttori, entra in convulsioni, ogni volta che si porta a contatto con delle nude parti di qualche animale. Ecco soggiunge, reso evidente il tragitto, o circolazione del fluido elettrico, che esiste negli animali, e che è il *motore* delle loro macchine, poichè si è manifestato coi suoi effetti sulla rana.

Ma l'esperienze del Volta, che hanno scoperto

la sorgente di questo fluido, creduto animale, fanno cadere la proposizione. Quel fluido elettrico, la di cui presenza, o passaggio, indicano le rane in tutte le spettacolose preparazioni Aldiniane, non è proprio degli animali viventi, nè dotati di vitalità, cioè non appartiene ad essi, nè da essi nasce, e si diffonde, ma è proprio dei corpi, sì organici, che inorganici, sì animati, che inanimati, e proviene, o sia, è eccitato dal semplice loro contatto. Questa è cósa di fatto, la quale, come abbiamo più volte accennato, ha posto sotto gli occhi di tutti il Volta con le moltiplici sue esperienze del *combaciamento dei conduttori dissimili*, *o metallici*, *o umidi*, nelle quali si risveglia un disequilibrio di elettricità, che prende una direzione, forma una corrente, fa un giro, per equilibrarsi.

Come si può ella dire *elettricità animale*. *o organica*, cioè, che abbia origine nelle macchine animali viventi, che in loro si accumuli, e da esse anche si diffonda, quando si fà scaturire l'istesso fluido, anzi in maggior copia, e con maggiore energia, anche dai corpi inorganici, e inanimati, purchè siano conduttori?

Dagli *Elettromotori* del Volta, la Pila, e l'apparato a corona di Tazze, scaturisce un fluido elettrico, che non solo si manifesta col suo stimolo sopra i sensibilissimi nervi delle rane, e le mette in convulsione, ma con molti altri effetti, e

segnali palpabili, e visibili, ed analoghi a quegli del fluido elettrico delle macchine comuni. Così pure scaturisce un fluido dotato dell'istesse proprietà dagli Elettromotori di Humphry Davy, formati, o con un sol metallo, e due fluidi dissimili, o senza nessun metallo, come avea già ideato il Volta, e ne avea mostrata la possibilità, cioè col carbone, e due fluidi differenti, o con dei corpi solidi non metallici, come v. g. scisto, e carbone, come eseguì il Signor Gautherot.

Quì non vi è, che il contatto, o combaciamento di metalli, o di un metallo e alcuni fluidi, o di sostanze non metalliche, da cui possa provenire l'elettricità; quì non vi son corpi nè animati, nè organici, ma semplici conduttori. Dunque se dalla combinazione di queste specie di corpi ne scappa fuori un' *elettricità*, che si fà sentire alle rane non solo, ma anche ai comuni elettrometri, perchè negli apparati dell' esperienze Aldinianè si dovrà egli dire, che ella sgorghi, e scaturisca dagli animali, e che in conseguenza sia una specie di elettricità a parte, che essi producono, e contengono esclusivamente?

Dunque l'esperienze di Aldini, nelle quali le rane si scuotono al semplice contatto di sostanze animali sono *giochi di conduttori di seconda classe*, e sono comprese nella serie dei fatti del Volta. La soluzione della gran questione di Aldini del-

l'esistenza di un *fluido animale cagione dei moti muscolari*, che egli ebbe in animo di provare con tali esperienze, e con tanta arte, negli animali, o vivi, o pieni di vitalità, si trova chiara, e completa in questa semplice proposizisne del Volta, che è cosa di fatto, *i conduttori sono motori di elettricità*. Le Rane coi loro movimenti non indicano in queste esperienze un *fluido* o *elettricità animale*, ma un'elettricità universale risvegliata dal combaciamento di sostanze animali, e altre sostanze eterogenee, o solide, o fluide, che fanno le funzioni di *conduttori umidi*, o di *seconda classe*.

Egli è tanto vero, che non un' *elettricità animale*, ma un' *elettricità universale*, viene messa in azione, e fatta giocare dagli artifizj di Aldini, sulle Rane preparate, ed interposte a delle membra di vivi, o semivivi animali, che lo stesso si può ottenere anche con delle parti, o sostanze animali prive affatto di vita. Io ho sperimentato, che anco con gli animali morti di un pezzo si eseguiscono simili esperimenti della Rana, che si scuote, portandola a contatto di certe parti. E questa è una incontrastabile riprova, che non ad un *fluido vitale* si devono questi effetti. Egli è naturale, che quel fluido simile all' elettrico, che si suppone un *prodotto di vita*, deva essere svanito col calore, e gli altri vestigj della vitalità.

E se si aggiunga a tutto ciò quel che ci assicura

di avere verificato il Signor La-Grave, resterà sempre più contrariata l' opinione di Aldini. Questo Dotto annunziò tempo fa nel « Journal de Phisique de Paris — Germinal an. XI. « che egli aveva ottenuto degli effetti, benchè debolissimi, di *elettricità*, o sia *Galvanismo*, da una Pila composta di strati di *sostanza cerebrale*, e di sostanza *muscolare*, soprapposti, come le coppie di zinco, e rame, e framezzati da dei girelli di feltro pregni di acquasalata.

Come dunque potrà egli Aldini sostenere, che il Galvanismo sia un prodotto dell'organizzazione, e della vita, quando si ricava anco dalle sostanze animali, col solo riunirle insieme, indipendentemente da qualunque sorte di vitalità, e di organica disposizione?

Nè importa ricorrere a tali artifizj. Si può anche con un semplicissimo apparato elettromotore, con l' accozzamento cioè di tre conduttori umidi soltanto ottenere dei segni di elettricità, e far vedere scuotere le Rane preparate, e in conseguenza dimostrare, che l' *elettricità*, che si risveglia, non è *effetto* di *organismo*, nè il *prodotto* della *vita*, o *animalità*. Questo fatto è stato in più maniere verificato, come si rileva dal Tomo XXII. degli Annali di Chimica ed Istoria Naturale del Professor Brugnatelli di Pavia (*a*).

(*a*) Si possono anche costruire delle colonne, o Pile di soli conduttori umidi. Ved. *Gior di Fisica di Brugnatelli*; ma molto deboli.

È vero, che vi sono fra gli animali, dei Pesci come v. g. la *Torpedine*, il *Ginnotto*, il *Siluro* ec. che sono dotati di una ben forte elettricità, e che gli organi, nei queli risiede la loro elettricità, si devono riguardare, come *Pile animali*; ma non ne vien per altro, che questa analogia della Pila si possa generalizzare, perchè è provato, che gli altri animali non contengono nè punto, nè poco la supposta *elettricità*, che fu chiamata *organica*, o *animale*.

Non cade dubbio, che i fenomeni della Torpedine, del Ginnotto ec. siano effetti di una *elettricità speciale*, e *propria* dell' animale, ma questi sono fenomeni di un genere a parte, e non ci autorizzano a riportare all' istesso principio, cioè alla *elettricità*, il general fenomeno dei movimenti animali; perchè se una, o più specie di animali, sono corredate di una proprietà, ad esclusione dell' altre, come v. gr. dell'elettricità, non se ne può inferire, che anco tutti gli altri ne devano più o meno possedere.

Nell' istessa maniera, che vi sono degli animali, che contengono ad esclusione degli altri, in certe determinate parti del corpo, o *organi* particolari, della *luce*, e ve l' accumulano, e ve la conservano, e perciò son detti *Fosforici*, vi sono degli animali

Adesso, come avea prognosticato l' istesso Volta, è pervenuto il Signore Zamboni a formare una *Pila elettrica a secco;* operazione che conferma tutte le Teorie del Volta. Vedi Gior. di Chimica e Fisica Italiano 1812. 1813.

elettrici, che hanno cioè la proprietà di accumulare, e conservare in degli *organi* apposta del *fluido elettrico*.

Che importa, che il Galvani abbia dimostrato, essere i movimenti della Torpedine, che producono la scossa, subordinati alla volontà, e che in conseguenza dal cervello, o sensorio comune dell' animale si eserciti un' azione particolare sugli *organi elettrici*, per mezzo di quei nervi, che vi sono destinati; questo non prova, che il cervello della Torpedine sia l' organo separatorio del fluido elettrico, che ella possiede, e che di lì, mediante i nervi, nei detti organi, o serbatoi, venga trasportato, e molto meno, che gli altri movimenti della Torpedine siano per analogia prodotti da un *fluido elettrico* ugualmente separato nel cervello dell' animale, ma più debole, perchè in minor copia di lì si porta per i nervi alle parti muscolari dell' animale.

Non direbbe egli un assurdo, chi volesse inferire, che perchè gli animali fosforici hanno un *serbatojo di luce*, e questo soggetto all' impero della volontà (*a*), tutti i movimenti volontarj fossero operati in loro mediante il fluido della *luce*, ma un poco più debole, o un fluido analogo alla luce?

(*a*) Parlo delle Lampiridi nostrali, come v. gr. la *Lampyris Italica*, la *Lampyris splendidula*. Vedi le mie Memorie, Ann. di Chim. Istor. Natur. di Pavia su questi soggetti, e le mie ricerche sull' origine di questa luce.

E molto più non sarebb' egli irragionevole chi pretendesse, che per analogia la *luce* si trovasse in tutti gli animali, ma meno intensa, e non sensibile, come negli organi degli animali fosforici, e che questo sottilissimo fluido fosse la causa universale di tutte le loro sensazioni e movimenti?

È stata, lo so, avvertita un' elettricità negli esseri organizzati viventi, e specialmente in alcuni animali; e mille fatti ce lo possono contestare; ma questa o si ripete da delle sostanze idioelettriche, da cui sono stati dalla natura, a preferenza degli altri, corredati, oppure ella è un effetto, o prodotto di chimiche funzioni operate dall' economia vitale. Alcuni esperimenti del De-Saussure, e del Volta dimostrarono, che le sostanze nel cangiar forma, o depositano, o assorbiscono del fluido elettrico, e che quindi nelle operazini chimiche si può manifestare, o della *positiva*, o della *negativa* elettricità. Ma siccome la virtù di render sensibile l'elettricità per questo mezzo si compete tanto alla materia bruta, che all' organizzata, tanto ai corpi animati, che ai non animati, perciò non si può considerare come proprietà dell' organizzazione, e della vita; e questa elettricità non può in nessun conto riferirsi ad una elettricità *animale* (*a*).

(*a*) Per altro egli è certo, che l' elettricità universale molto influisce sull' Economia animale, e può essere anco, che il fluido elettrico entri, come elemento, a

Dirò in ultimo, per non tralasciare di discutere tutto ciò, che può sembrar favorevole all' opinione

comporre alcuni fluidi animali, e specialmente il fluido nerveo, o i così detti *spiriti animali*.

I movimenti straordinarj, che si danno certi animali, avvertiti da tutti i popoli, e descritti specialmente dai Poeti, che presagiscono le mutazioni atmosferiche, da non altro si possono ripetere, che dalle impressioni, che essi risentono dallo sbilancio dell' elettricità atmosferica con la loro, o dell' umido, che ella contiene, o del peso, con cui ella comprime i corpi organici viventi.

Ma egli è certo ancora, che certi corpi organici manifestano un' elettricità, che non manifestano altri; forse è una proprietà della loro costituzione speciale, che sa separare, e radunare, in paragon degli altri, più quantità di questo fluido, come v. gr. genera, e accumula in alcuni più calorico. La Figlia di Linneo ravvisò nel *Tropaeolum majus* una luce elettrica, che non manifestano gli altri fiori. Vi è la *Scolopendra Elettrica* fra gli animali.

Il Sig. Gardini, che fece parecchi esperimenti con un eccellente elettrometro sull' *elettricità* dei suoi scolari, dice di averne trovati alcuni dotati costantemente di elettricità positiva, altri negativa; che talvolta cangiava, o cangiando foggia di vestitura, o cangiando i venti. Alcuni, che erano soliti avere l' elettricità per *eccesso*, quando erano digiuni l' avevano per *difetto*. Un Giovane solito a dar segni di elettricità positiva, un giorno gli dette di negativa; poco dopo si ammalò; recuperata la salute, recuperò anche la sua positiva elettricità. Op. Sc. di Milano Tomo XV.

di Aldini, che non è da valutarsi l' esperimento, che egli messe in campo, delle Rane che si scuotono più forte, mediante la comunicazione dell' armature messe in una conveniente situazione lontano da esse, quando sono disposte tutte per lo stesso verso sopra una tavola umida, che quando sono disposte alternativamente in senso contrario. Questo non pone in essere nulla di contrario rapporto alla proposizione, che l'*elettricità proviene dall' azion dei metalli*, perchè il Volta mostrò, che più, o meno violente possono essere le contrazioni dei muscoli delle Rane a norma della direzione della corrente elettrica. Quando la corrente elettrica si dirige dai nervi ai muscoli, le contrazioni dei muscoli, o convulsioni sono assai gagliarde; e sono più deboli, quando si porta in senso contrario, cioè dai muscoli ai nervi. Dunque il vario successo

In questo senso si può dire, che ci sia *elettricità animale*, cioè un' elettricità, che entra o pura, o combinata, a parte dei fluidi degli animali, ed è capace di influire sulle loro funzioni organiche.

Si crede, che in alcuni individui l'elettricità animale possa accumularsi a segno, da produrre per mezzo di uno sbilancio, o una irruzione di un torrente elettrico, simile ad un fulmine, delle morti repentine.

L' istoria rapporta più d' un fatto di simile natura, cioè di persone estinte da un trabocco, dirò così, di elettricità, prodotta, ed accumulata dentro di loro. Vedi Kant Geografia Fisica.

dell' esperimento di Aldini non si può attribuire, che alla varia positura delle Rane, rapporto alla direzione dell' elettricità.

Dunque, per quanto mi pare, Aldini non ha refugio; Volta lo ha battuto da tutte le parti; e la questione è, come ognun vede, decisa in favore del Volta (*a*).

Dal detto fin qui risulta chiaro, che le prime esperienze di Galvani ingrandite, e variate da Aldini sono tutte ridotte al solo principio provato dal Volta, dell' *azione dei conduttori dissimili nel movere l'elettricità*. Resta dunque esclusa l'esistenza di una *elettricità animale*, e non è conciliabile coi fatti il pensare di Aldini, che i movimenti muscolari siano il risultato di un' elettricità propria degli animali, che circola dai nervi

(*a*) Molti stranieri per altro non rinunziarono così per fretta al Galvanismo. Fra questi si conta il Sig. Tommaso Bunzen Danese: e non ha molto che il Sig. Everardo Home volle derivare le secrezioni dei liquidi dalla scarica di una *Pila animale*, come il Professore Tedesco Prochaska. E più recentemente il nostro Dottor Valli ricomparve in scena a sostenere le sue oramai troppo rancide opinioni sul Galvanismo, corredandole di nuove ipotesi; ma queste, comunque modificate, non possono stare mai a fronte dei luminosi esperimenti dell' immortale Volta.

Sentesi per altro, che in Inghilterra sostengasi ancora da alcuni il Galvanismo.

ai muscoli. L'elettricità risvegliata dalla virtù motrice dei conduttori dissimili è sufficiente a render ragione dei fenomeni dell'*esperienze Galvaniche*, e *Aldiniane* sugli animali. Non si può dunque, senza urtare con le leggi di ben filosofare, ricorrere per ispiegargli ad un'altro principio — Causae rerum naturalium non plures sunt admittendae, quam quae verae sint, earumque phaenomenis explicandis sufficiant - L'esperienze di Galvani, e di Aldini non formano un sistema generale, ma sono fatti particolari del sistema generale, che Volta ha scoperto, e ha dimostrato (*a*).

Aldini volle comprendere sotto il nome di Galvanismo anco l'elettricità della Pila, considerandola una elettricità speciale, come l'*elettricità organica*, o *animale;* e pare, che nell'ammettere l'esistenza di un'altro fluido elettrico diverso dal comune, o universale, credesse di rendere più probabile la sua opinione, l'esistenza cioè di una elettricità propria dell'animale: ma non si avvidde, che nell'ammetter ciò, veniva piuttosto a contrariare, che a favorire la sua opinione; poichè il supporre due specie di elettricità distinte, ma analoghe, cioè l'elettricità animale, e quella della

(*a*) Vedi la Memoria del Volta letta all'Istituto Nazionale di Francia sull'identità del fluido elettrico col fluido Galvanico, e registrata negli Annali Chimici di Pavia. come pure del Professor Configliacchi.

Pila, e degli altri apparati elettromotori, era un voler ravvicinare due troppo separati sistemi, cioè l'*organico* con l'*inorganico*, l *animale* con il *non animale*. Non è presumibile, che un fluido modificatore delle forze della vita, e dell'organizzazione, così come egli suppone dell elettricità, o galvanismo *animale* sia simile o abbia qualche cosa di simile all'elettricità che si cava dalle macchinette composte di sostanze inorganiche, come sono gli *Elettromotori*.

Adesso non si può in ultima analisi ridurre ad altro la questione, che a discutere, se l'*elettricità* della Pila, e degli altri apparati elettromotori, che *Galvnismo* comunemente si appella, sia *identica* con l'elettricità delle macchine comuni, o *elettricità universale*, o se sia un fluido speciale analogo all'*elettrico universale*, o una modificazione di esso. Su questo pure esporrò liberamente, giacchè mi è lecito, la mia opinione. Io son di parere, che non si debbano ammettere, nè distinguere nuove specie di fluido elettrico, ma che si deva considerare nei corpi sotto *due aspetti*. Non si disputa, che il fluido elettrico sia un fluido universale, cioè sparso per tutto, che abbraccia, e investe tutti i corpi della natura, e generalmente si ammette, che ogni sorte di materia ne contenga una porzione *specifica*, o proporzionale alla sua capacità: Onde si può distinguere e *l'elettri-*

cità naturale, *ò specifica*, cioè quella porzione, che è propria di ciascun corpo, e permanente finchè dura la sua forma e costituzione, e l'*elettricità accumulata*, o *ridondante*, cioè quella che è addizionale alla naturale elettricità. Questa si può assomigliare ad un fluido totalmente libero, ed insieme radunato, e l'altra ad un fluido sparso frà la materia, e amalgamato, o misto con essa.

I Fenomeni elettrici, che finora i Fisici ci hanno mostrato, sono stati tutti effetti di *elettricità ridondante*. Con le macchine comuni non si è fatto finora, che determinare, ed accumulare in un corpo isolato, mediante la confricazione di corpi idioelettrici, dell'elettricità, derivandola specialmente dalla terra. Di questa sola elettricità abbiamo studiato le leggi, gli andamenti, e gli effetti; poichè questa soltanto finora abbiamo maneggiato (*a*).

Ma vi era un'altra maniera di togliere l'equi-

(*a*) La confricazione, secondo l'esperienze di Wilson, e di Canton (Histoire de l'Électricité) di due corpi diversi spoglia della sua elettricità uno per accumularla nell'altro: nè vi sono corpi elettrici *negativi*, o *positivi* assolutamente, ma relativamente, cioè un corpo può divenire positivamente elettrico confricato con un altro, e viceversa; onde si vede, che la *confricazione* agisce come il *contatto*, smovendo l'elettricità da un corpo, e facendola passare in un altro, onde uno diventa *positivo*, e l'altro *negativo*. Ciò è stato confermato anco da moderne esperienze. (Ved. Bibliot. Britannica).

librio elettrico, e di risvegliare, o rendere sensibile l'elettricità, come lo ha scoperto il Volta, con il *contatto*, o *combaciamento* dei corpi anelettrici, o deferenti, o conduttori, e questo è tutto giuoco di *elettricità specifica*, cioè di quella elettricità, che è distribuita per tutti i corpi, e vi è aggregata.

Dunque vi sono i fenomeni, e gli effetti dell'*elettricità ridondante*, e quegli dell *elettricità specifica* L'elettricità degli *apparati elettromotori* non è che l'*elettricità specifica* dei conduttori, che gli compongono, messa in moto dal loro contatto (*a*). Dunque non dee far maraviglia, se gli

(*a*) L'elettricità accumulata mediante la *confricazione*, e che io chiamo *ridondante*, è di certo diversa nei suoi andamenti dal *Galvanismo*, che è l'elettricità, che io chiamo *specifica*, smossa dal contatto dei metalli, o altri conduttori, e accumulata in qualcuno di essi. Un corpo conduttore, che contenga dell'elettricità *ridondante* la cede subito a contatto di qualunque conduttore, e non la conserva, se non resti isolato; laddove, se io tengo anco sotto l'acqua la Pila, si conserva. Il Galvanismo si assomiglia all'elettricità condensata nella bottiglia di Leida, più che all'elettricità delle macchine elettriche.

Il contatto fra gli Elettromotori dà un'elettricità per disequilibrio fra corpo e corpo.

La confricazione dà un'elettricità per concorso, o derivazione dei corpi all'intorno.

Fin di quando io sperimentava sulle Rane, dicevo, che questi doveano essere effetti di elettricità per di-

effetti, e gli andamenti di questa non sono in tutto simili a quegli della *ridondante elettricità*. Quelle che sembrano ai Fisici differenze fra le due elettricità, cioè la comune, o sia quella delle macchine ec. e quella della Pila, saranno anomalie, che probabilmente svaniranno, quando sarà perfezionata la dottrina generale dell'elettricità. Allora, dopo che si sarà bastantemente studiata questa nuova branca di elettricità, cioè l'elettricità specifica scoperta dal Volta, e formato il Codice delle sue leggi, non si ravviseranno più maraviglie, e tutto ciò, che ci pare adesso effetto particolare, sarà legato con gli altri comuni effetti, e ricondotto ai suoi principj, e si spiegherà con le sue leggi, o con le leggi già note, diventate più estese, e più generali.

Già il Volta rese ragione del perchè l'elettricità della Pila differisca alquanto in alcuni rapporti dall'elettricità ordinaria, come v. g. rapporto alla fiamma, che è buon conduttore della scarica della bottiglia di Leida, e non lo è dell'elettricità della Pila; e di altri particolari fenomeni (*a*).

fetto, e per eccesso, poichè vedeva che questi aveano luogo anco sotto l'acqua, facendo comunicare le armature con un metallo, segno evidente, che l'elettricità positiva andava ad equilibrarsi con la negativa. Vedi le mie Lettere ec.

(*a*) Vi erano le imponenti esperienz del Signor Erman, coronate dall'Istituto Nazionale di Parigi, che aveano in-

Per questo non mi sembra adesso fondato il pensiero di ammettere in Fisica l' elettricità della Pila per un *nuovo fluido*, o poco, o assai differente dalla *generale elettricità*, e di distinguerlo col nome di *Galvanismo*, quando, come ho esposto di sopra, non vi sono ragioni sufficienti da dichiararsi contro la loro *identicità*. Il fluido elettrico è universale, nè vi può esser diversità fra il fluido elettrico *ridondante*, e lo *specifico*, o naturale.

Può essere, che in qualche circostanza, quel che si chiamò *Galvanismo*, che è l'elettricità della Pila, non sia fluido elettrico *semplice*, e *puro*, ma unito a qualche principio, o materia estranea, per combinazione accidentale; ma questo non fa mutare specie all' elettricità, o fluido elettrico universale, come non muta specie il *calorico*, o sia *materia del calore*, per quante combinazioni con le diverse sostanze ella venga a subire.

dotto molti a particolarizzare il *fluido della Pila*, e distinguerlo dal *fluido elettrico* per alcuni rapporti; ma le solide, e ragionate esperienze dei Signori Professori Brugnatelli, e Configliacchi, hanno dileguato ogni dubbio, e ne hanno mostrato il perfetto accordo. Ved. *Gior. di Fisic. Chim, ed Istor. Natural. di Brugnatelli Tom. I. pag.* 147.

Non ostante il celebre Sig. De Luc, non ha molto, assegnò agli effetti della *Pila*, considerandogli come tante operazioni distinte, una spiegazione particolare: Vedi Bibliot. Britannica 1811.

È vero, ci è parso che il Volta per tutte le sopraesposte ragioni abbia riportato vittoria nella presente disputa, o contesa, sopra Galvani: ma non è per questo, che non si deva somma gloria al valore del *Bolognese Campione*. Le sue luminose imprese saranno memorabili al pari di quelle del Volta; e se a Galvani non si vuole accordar la gloria di aver fondato sopra le sue esperienze un sodisfaciente sistema, non gli si può negar quella di aver creato il primo con esse una nuova branca di scienza, e di avere scoperto un tesoro alla Fisica sperimentale. Egli ha il merito dell'invenzione. La scoperta di una nuova elettricità, di cui ha profittato il Volta, e che caratterizzò per *elettricità metallica*, o sia per elettricità risvegliata dal contatto dei dissimili conduttori, si deve tutta ai primi tentativi di Galvani. Forse gli esperimenti di Galvani sarebbero rimasti sterili, se il genio di Volta non gli avesse resi fecondi; ma forse anche il Volta non sarebbe mai giunto ad immortalare il suo nome col ritrovato della Pila, se Galvani non gli avesse aperta la strada additandogli per mezzo delle convulsioni delle sue Rane, la virtù elettro-motrice nei metalli. In somma pare, che Galvani somministrasse la materia, e il Volta sapesse erigere l'edifizio.

Aldini, che ha combattuto le Teorie del Volta per sostenere il sistema dell'elettricità animale, a

cui cooperò fino dalla sua fondazione, partecipa egli pure della gloria del suo zio Galvani. Egli ha portato maggior celebrità alla questione co' suoi contrasti; e per mezzo delle sue objezioni, che han fatto nascere degli strepitosi dibattimenti, ha contribuito a schiarire, e a consolidare i principj del Volta. Le objezioni, i dubbj, e le dispute, quando sono scortate dalla sana critica, promuovono le scienze; e in Fisica ordinariamente dall'urto, o conflitto dei fatti, e delle opinioni, suole scaturire della luce, o sia lo schiarimento della verità: onde meritano lode, e distinzione anco quegl'ingegni, che cooperano al ritrovamento, e allo stabilimento della verità, par questa via.

E l'Italia, che ha meritato sempre un tributo di riconoscenza dall'altre Nazioni, per essere ella stata in ogni tempo e madre, e nutrice delle scienze, e delle arti, potrà al presente gloriarsi di aver prodotto questi due rari uomini, Galvani, e Volta, i quali tanto si sono distinti nell'elettrica sperimentale Provincia, e che perciò sono ammirati da tutte le colte Nazioni; e si compiacerà nel vedere per l'avvenire registrati i loro Nomi per mano dell'Immortalità fra il non piccol numero dei Genj nei Fasti delle scienze.

Salve magna Parens frugum Saturnia Tellus
Magna Virum . . . . Virg. Aen.

Fine.